

SVM を用いた耐候性鋼橋梁さび外観評点の判別分析

(株) 横河ブリッジ 正会員 〇田畑 晃 山口大学大学院 正会員 麻生 稔彦
宇部興産機械 (株) 正会員 後藤 悟史 山口大学大学院 学生員 村田 直哉

1. はじめに

耐候性鋼橋梁は従来の塗装防食に比べ、維持管理費用の大幅な低減が見込まれている。しかし、近年の実態調査から、腐食性さびの発生事例が報告されている。腐食性さびの発生に寄与する要因が解明できれば、耐候性鋼材が持つ特性を十分に発揮できる計画、設計が従来以上に可能になると考えられる。そこで本研究では、九州・山口地域の耐候性鋼橋梁を用い、それらのさび外観調査結果をもとに、さび外観評点と環境要因との関係を検討する。

2. 対象橋梁

九州・山口地区では 337 橋の耐候性鋼橋梁について、さび外観調査が実施されている¹⁾。調査橋梁のうち、66%が鉸桁形式であり、78%が無塗装仕様であるため、本研究では無塗装鉸桁形式の耐候性鋼橋梁を対象とする。また、さびの生成・促進に寄与するであろう要因として表-1 に示す構造データおよび地理データを選定し、調査票にこれらのデータが全て記載されている 106 橋を検討対象とする。さび外観評点別の橋梁数を図-1 に示す。さび外観評点は耐候性鋼橋梁の点検に一般的に用いられており、その内容を表-2 に示す。また、さびの生成には気象条件も影響するため、表-1 に併記した気象データを収集・算出した。ここで、年間ぬれ時間は、平均気温が 0℃以上かつ平均湿度が 80%以上の時間であり、橋梁ぬれ時間は年間ぬれ時間と経過年数を乗算したものである。

表-1 使用データ

	アイテム	シリーズ		アイテム	シリーズ
構造データ	経過年数	基本	気象データ	日照時間	日照
	伸縮装置種類	質的		全天日射量	
地理データ	離岸距離	基本		降水量	降水
	地形	質的		日降水量1mm以上日数	
	桁下空間状況			平均湿度	
気象データ	平均気温	気温		平均風速	風
	日最高気温			年間ぬれ時間	基本
	日最低気温			橋梁ぬれ時間	

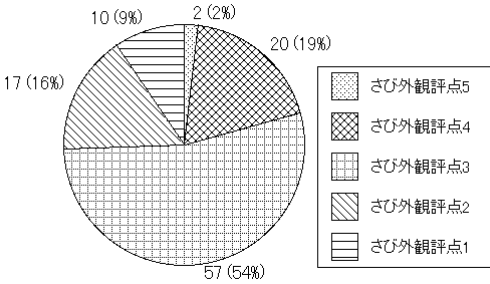


図-1 さび外観評点別橋梁数

3. SVM による腐食要因分析

本研究では、収集したアイテムを性質の類似した 6 シリーズに区分 (表-1 参照) し、図-2 に示す解析手順によりアイテムを選定し、識別モデルの構築を試みる。シリーズ毎に順次アイテムを付加し、精度の改善が見られなかったシリーズについては当該アイテムを付加しない。最終的に残ったアイテムを重要アイテムとし、その際の学習・テストの的中率をもって腐食要因分析の良否を検討する。シリーズ毎に全組み合わせで解析をおこなうが、基本アイテムの橋梁ぬれ時間は、年間ぬれ時間と経過年数を乗算したものであると同時に用いない。

表-2 さび外観評点

状態	評点	目視外観 (例)	さび厚
正常	5	腐食が進まず、さびも薄い	200 μm 程度未満
	4	平均外観粒径1mm程度以下で均一なさび	400 μm 程度未満
	3	平均外観粒径1~5mm程度のさび	400 μm 程度以上
要観察	2	外観粒径5~25mm程度のうろこ状剥離があるさび	800 μm 程度未満
異常	1	層状剥離が起きているさび	800 μm 程度以上

図-1 より、評点 5 の橋梁はわずか 2 橋と少ないことがわかる。また、評点 5 はさびの生成が不十分であるため、本検討では評点 5 の橋梁を除く 104 橋で解析を進める。104 橋のうち 80%の 84 橋を学習データ、20%の 20 橋をテストデータに用いた。データの抽出においては、ランダム抽出を 5 回繰り返して解析をおこない、5 回の平均的中率により評価する。また、目的変数であるさび外観評点を、維持管理レベルに応じて、補修・観察が必要な評点 1, 2 をレベル 1、健全な状態である評点 3, 4 をレベル 2 と定義し、この 2 区分で解析をおこなう。解析結果を表-3 左に示す。的中率を見てみると、学習データは 89.8%、テストデータは 87.0%の高的中率を示している。ここで、本解析で得られた 7 アイテムについて検討する。さびは、塩分の影響および高温多湿の環境下で生成・促進す

キーワード 耐候性鋼材、さび外観評点、腐食性さび、SVM

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-85-9323

る。塩分の影響は、飛来塩分量で評価されるが、全橋梁で飛来塩分量調査はおこなわれておらず、飛来塩分量は従来、離岸距離で評価されている。したがって、離岸距離の選定は妥当であろう。次に、平均気温、日最高気温は、高温状態の度合いを示すと考える。また、多湿状況を示すものは、年間ぬれ時間、桁下空間状況および伸縮装置種類が選定されている。桁下空間状況は、水分の供給が想定される河川とそれ以外に分類したため湿度情報に該当する。伸縮装置種類は、ゴムジョイントの劣化による桁端への漏水が発生していることから多湿状況を示す指標であると考えられる。

本解析は、学習・テストともに九州・山口地区を対象と

した。これを解析条件1とし、解析条件1で得られたアイテムが他の解析条件においても適用可能かを検討する。検討した解析条件は、学習データを九州の飯桁橋、テストデータを山口の飯桁橋とし、これを解析条件2とする。解析結果を表-3中に示す。解析条件1と比較すると学習・テストデータとも的的中率の低下が見られた。以上より、解析条件1で得られたアイテムは解析条件1でのみ適用可能であり、解析条件が異なる場合への適用は困難であると考えられる。したがって、解析条件ごとにアイテムを選定する必要がある。

解析条件2においてアイテム選定手法に従い解析をおこなった結果を表-3右に示す。解析条件2の学習・テストデータの的的中率はおおよそ90.0%である。また、テストデータ中のレベル1の的的中率も80.0%と高い的的中率を得た。

ここで、選定された5アイテムについて検討する。解析条件2は解析条件1と、選定アイテムに類似性が見られ、解析条件1については、さびの生成機構を説明できることを前述した。両解析条件での選定アイテムの違いは気温アイテムに平均気温、日最高気温の代わりに日最低気温が選定されていることである。気温アイテムは高温の程度を示す指標として評価され、日最低気温が選定されていても妥当であると考えられる。したがって、解析条件2においてもさびの生成機構を説明できるアイテムが選定されており、合理的な識別モデルが得られていると考える。

4. まとめ

本研究では、無塗装耐候性鋼橋梁について、実橋調査結果を基に、さびの生成と各種要因の関係を検討した。その結果、さびの生成機構を説明できる識別モデルを構築することができた。本研究で得られた識別モデルは、計画時の耐候性鋼材の適用可否や供用後の点検業務に適用することが可能であろう。

謝辞：本研究で用いた九州・山口地区の耐候性鋼橋梁実態調査は九州橋梁・構造工学研究会に設置された「九州・山口地区における耐候性鋼橋の調査・研究分科会」の活動の成果である。貴重なご助言と資料の提供をいただいた分科会のメンバーに感謝の意を表します。

参考文献

1) 山口栄輝, 中村聖三, 廣門公二, 森田千尋, 園田佳臣, 麻生稔彦, 渡辺浩, 山口浩平, 岩坪要: 九州・山口地区における耐候性橋梁の実態調査, 土木学会論文集 Vol.62 No.2, pp.243-254, 2006.

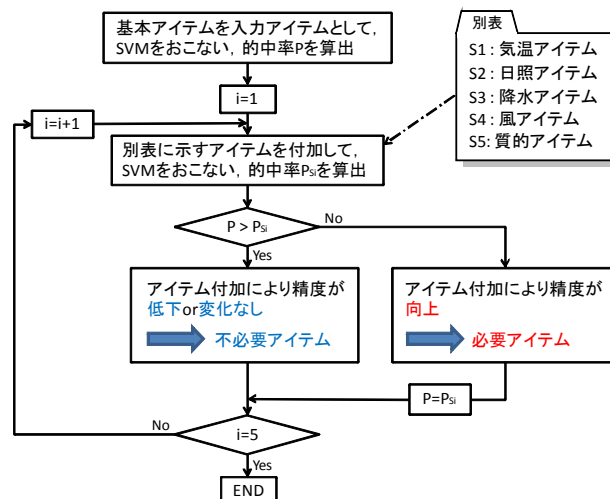


図-2 アイテム選定手法

表-3 解析結果

		解析条件1		解析条件2			
		学習データ	テストデータ	学習データ	テストデータ	学習データ	テストデータ
対象地区		九州・山口	九州・山口	九州	山口	九州	山口
的 中 率	学習データ	89.8		76.5		89.4	
	レベル1	65.5		9.1		59.1	
	レベル2	98.4		100.0		100.0	
	テストデータ	87.0		73.7		89.5	
	レベル1	48.0		0.0		80.0	
	レベル2	100.0		100.0		92.9	
ア イ テ ム	基本アイテム	離岸距離 年間ぬれ時間 経過年数		解析条件1で 得られたアイテム		離岸距離 年間ぬれ時間 経過年数	
	気温アイテム	平均気温 日最高気温				日最低気温	
	日照アイテム	-				-	
	降水アイテム	-				-	
	風アイテム	-				-	
	質的アイテム	桁下空間状況 伸縮装置種類				桁下空間状況	